

JP 6-244589

**PARTS ARRANGEMENT OF PARTS MOUNTING EQUIPMENT AND MOUNTING ORDER OPTIMIZING EQUIPMENT**

Publication number: JP6244589

Publication date: 1994-09-02

Inventor: OKUDA YASUO; KATAOKA HISANORI

Applicant: SANYO ELECTRIC CO

Classification:

- International: B23P21/00; H05K13/02; H05K13/04; B23P21/00; H05K13/02; H05K13/04; (IPC1-7): H05K13/02; B23P21/00; H05K13/04

- european:

Application number: JP19930052967 19930217

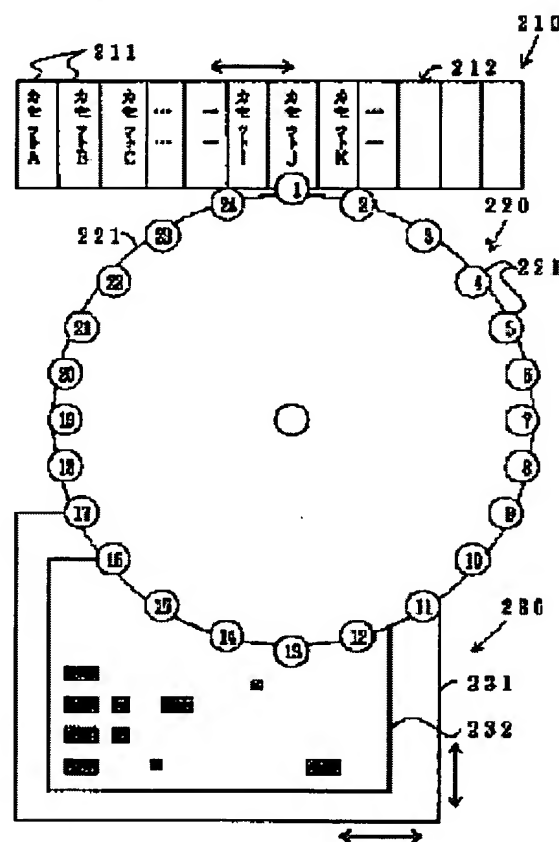
Priority number(s): JP19930052967 19930217

Report a data error here

**Abstract of JP6244589**

**PURPOSE:** To reduce mounting time, by installing a cassette arrangement correction means which corrects determined cassette arrangement so as to shorten the mounting time.

**CONSTITUTION:** Cassette arrangement and parts mounting order are determined. In a parts transferring part 220, an index table 221 is rotated in order to reduce mounting time. An index head 222 is moved to the next station, and each process is performed on the station to which the head has been moved. In a parts supply part 210, a reel is so moved that the next cassette 211 is positioned on a parts supply station S1. In a printed board position determining part 230, an XY table 231 is so moved that the next parts mounting position on a printed board 232 is positioned on a parts mounting station S13. Thereby parts arrangement and mounting order which can reduce parts mounting time can be obtained.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide



(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-244589

(43)公開日 平成6年(1994)9月2日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 5 K 13/02		K 8509-4E		
B 2 3 P 21/00	3 0 7	E 7181-3C		
H 0 5 K 13/04		Z 8509-4E		

審査請求 未請求 請求項の数3 F D (全 11 頁)

(21)出願番号 特願平5-52967

(22)出願日 平成5年(1993)2月17日

(71)出願人 000001889

三洋電機株式会社

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号

(72)発明者 奥田 泰生

大阪府守口市京阪本通2丁目18番地 三洋電機株式会社内

(72)発明者 片岡 久典

大阪府守口市京阪本通2丁目18番地 三洋電機株式会社内

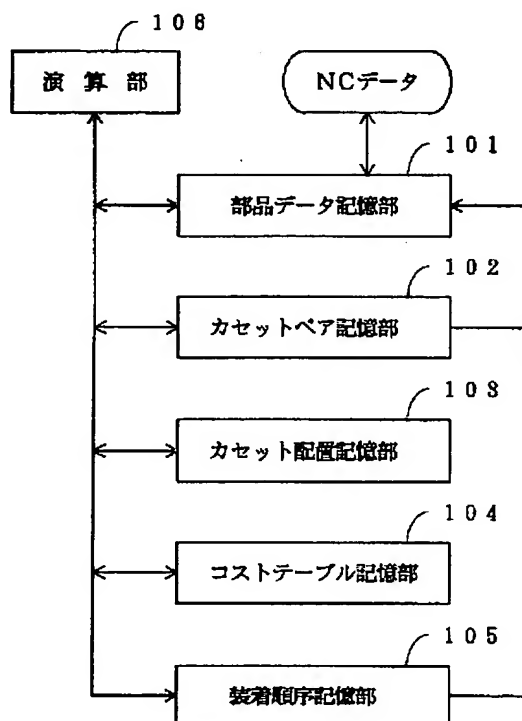
(74)代理人 弁理士 香山 秀幸

(54)【発明の名称】 部品装着装置の部品配置・装着順序最適化装置

(57)【要約】 (修正有)

【目的】 カセット配置の最適化と部品装着順序の最適化との間で連携が図れ、装着時間の短縮化が図れる部品装着装置の部品配置・装着順序最適化装置を提供する。

【構成】 複数のカセット211、部品供給部210、部品移送部220および被部品装着体位置決部230を備えた部品装着装置の部品配置・装着順序最適化装置において、各部品の装着位置に基づいて、カセット211の配置を決定するカセット配置決定手段、カセット配置決定手段によって決定されたカセット配置において、全ての部品間に対する部品供給部210および被部品装着体位置決部230の移動時間に基づいて部品装着順序を決定する部品装着順序決定手段、ならびに部品装着順序決定手段によって決定された部品装着順序において、装着時間が短くなるように、カセット配置決定手段によって決定されたカセット配置を修正するカセット配置修正手段を備えている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 部品が種類ごとに収容された複数のカセットを移動させて所定の部品供給ステーションに部品を供給する部品供給部、部品供給ステーションにおいて部品供給部から部品を受取って所定の部品装着ステーションまで送る部品移送部および部品移送部によって部品装着ステーションに送られてくる部品の被部品装着体上の装着位置を部品装着ステーションまで移動させる被部品装着体位置決部を備えた部品装着装置の部品配置・装着順序最適化装置において、各部品の装着位置に基づいて、カセットの配置を決定するカセット配置決定手段、カセット配置決定手段によって決定されたカセット配置において、全ての部品間に対する部品供給部および被部品装着体位置決部の移動時間に基づいて部品装着順序を決定する部品装着順序決定手段、ならびに部品装着順序決定手段によって決定された部品装着順序において、装着時間が短くなるように、カセット配置決定手段によって決定されたカセット配置を修正するカセット配置修正手段、を備えていることを特徴とする部品装着装置の部品配置・装着順序最適化装置。

【請求項2】 カセット配置決定手段が、各カセットごとの被部品装着体上の部品分布パターンに基づいて、隣合うように配置すべきカセットペアを決定するカセットペア決定手段、およびカセットペア決定手段に求められたカセットペアどうしの配列を、カセットペアの間での部品装着位置の距離が短くなるように決定して、全てのカセットの配置を決定するペア配置決定手段、とを備えていることを特徴とする請求項1記載の部品装着装置の部品配置・装着順序最適化装置。

【請求項3】 カセット配置修正手段が、部品装着装置の各動作ステップの部品移送部および被部品装着体位置決部の移動時間に対して部品供給部の移動時間が大きいかなにかに関するステップコストを求める第1手段、2つのカセットの間での部品の移動の起きるステップのステップコストの和であるカセット間コストを、全てのカセットの組み合わせについて求める第2手段、カセット間コストが最大のカセットの組み合わせのカセットどうしの間隔が小さくなるようにカセット配置決定手段によって決定されたカセット配置を修正する第3手段、および第1手段～第3手段による処理を繰り返して実行させる第4手段、とを備えていることを特徴とする請求項1または2記載の部品装着装置の部品配置・装着順序最適化装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、高速チップマウンタ

等の部品装着装置において部品装着時間を短縮化するための部品装着装置の部品配置・装着順序最適化装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 図2は、代表的な電子部品装着装置を示している。電子部品装置は、部品が種類ごとに収容された複数のカセット211を移動させて所定の部品供給ステーションS1に部品を供給する部品供給部210、部品供給ステーションS1において部品供給部210から部品を受取って所定の部品装着ステーションS13まで送る部品移送部220および部品移送部220によって部品装着ステーションS13に送られてくる部品のプリント基板232上の装着位置を部品装着ステーションS13まで移動させるプリント基板位置決部230から構成されている。

【0003】 部品供給部210は、部品種類ごとに設けられた複数のカセット211が一列状に配置されてなるリール212から構成されている。各カセット211内には、複数の電子部品がテープに巻き付けられて収容されている。部品移送部220は、円形のインデックステーブル221と、インデックステーブル221の外周部に一定間隔で設けられかつ吸着ノズルを有する複数のインデックスヘッド222とを備えている。各インデックスヘッド222内に記された数字は、ステーション番号を示している。プリント基板位置決部230は、XYテーブル231を備えている。XYテーブル231上には、プリント基板232が取り付けられている。

【0004】 電子部品は、次のようにして、プリント基板上232の所定位置に装着される。まず、部品供給部210においてリール212がカセット配列方向へ往復移動することにより、取り出すべき部品が格納されたカセット211が部品供給ステーションS1まで移動し、部品移送部220のインデックスヘッド222にカセット211内の電子部品が吸着保持される。

【0005】 インデックスヘッド222に吸着保持された電子部品は、インデックステーブル221が時計方向に間欠的に回転することにより、不良部品検出ステーションS6、部品位置決めステーションS9等のステーションを経由して、部品装着ステーションS13まで移動する。

【0006】 また、部品装着ステーションS13に送られてくる電子部品のプリント基板232上の装着位置が部品装着ステーションS13に位置するように、XYテーブル231がX方向及びY方向に移動する。そして、部品装着ステーションS13に移動してきたインデックスヘッド222に保持された部品が、プリント基板232上の装着位置に装着される。

【0007】 部品供給部210でのリール212の移動、部品移送部220でのインデックステーブル221の回転およびプリント基板位置決部230でのXYテー

ブル231の移動は並行して行なわれる。したがって、電子部品をプリント基板232に装着するのに必要な時間は、各動作ステップでの部品供給部210でのリール212の移動時間、部品移送部220でのインデックステーブル221の回転時間およびプリント基板位置決部230でのXYテーブル231の移動時間のうちの最大値によって決定される。

【0008】また、部品移送部220のインデックスヘッド222を1ステーション間隔移動させるのに要する時間は、各ステーションで行なわれる部品形状認識、部品位置決め、部品の回転等の処理に要する時間に左右される。つまり、部品供給ステーションS1と部品装着ステーションS13との間の各ステーションS2～S12での処理時間のうちの最大値がインデックスヘッド222を1ステーション間隔移動させるのに必要な時間となる。

【0009】したがって、このような電子部品装着装置においてプリント基板上にできるだけ短い時間で部品を装着するためには、これらの時間的な条件を考慮して、部品供給部210におけるカセット211の配列順序および電子部品のプリント基板232への装着順序を決定する必要がある。

【0010】理想的には、カセット211の配列順序および電子部品のプリント基板232への装着順序の全ての組み合わせについて、装着時間を計算して装着時間が最も小さくなる組み合わせを選択すればよい。しかし、カセット211の配列順序および電子部品のプリント基板232への装着順序の全ての組み合わせ数は、膨大となり、全ての組み合わせに対する装着時間を求めることは現実には不可能である。

【0011】そこで本出願人は、各カセットごとのプリント基板上の部品分布を考慮してカセット配置を決定した後、緩和法を用いて部品装着順序を決定する最適化手法を開発し、これを第3回インテリジェントFAシンポジウム(1991年7月10～12日)において発表した。つまり、部品供給部210でのリール212の移動が装着時間に及ぼす影響が大きいことに鑑み、リール212の移動ができるだけ少なくなるようにカセット配置を決定した。

【0012】以下、本出願人がすでに開発した従来の最適化手法について詳細に説明する。本出願人がすでに開

\* 発した最適化手法では、まず、カセットペアが決定され、次にカセットペア間の配置が決定され、最後に部品装着順序が決定される。

#### 【0013】①カセットペアの決定

まず、図7に示すように、プリント基板223が格子状に分割され、各カセット211ごとに、カセット211から取り出される全ての電子部品Pの分布パターンが求められる。

【0014】次に、図8に示すように、2つのカセット211(図8ではカセットAとカセットB)の部品分布パターンが重ね合わされ、2つの部品カセット211から取り出される部品分布パターンが求められる。この手続きが全てのカセット211の組合せ(ペア候補)について行なわれる。

【0015】次に、各ペア候補の属性に基づいて、最終的なカセットペアが決定される。ペア候補の属性を判断するための要素には、図9(a)～(d)に示すように以下の4つの属性判断要素a～dがある。

#### 【0016】(a)分布領域個数a

分布領域個数aは、ペア候補から取り出される部品がプリント基板232上でいくつの領域に分れて分布しているかを示すもので、小さいほど属性が高い。

#### 【0017】(b)個数変化b

個数変化bは、2つのカセットがペア候補になる前後で、部品領域の個数がどれだけ変化したかを示すもので、大きいほど属性が高い。

#### 【0018】(c)重なり方c

重なり方cは、ペア候補を構成するカセットから取り出される部品の重なっている部品の割合を示すもので、小さいほど属性が高い。一方のカセットの部品領域が他方のカセットの部品領域に完全に含まれる場合は、最終的なペアとして採用されない。

#### 【0019】(d)領域間距離d

領域間距離は、分布領域個数が2個以上の場合、各部品領域を最短経路で結んだ場合の総経路長であり、小さいほど属性が高い。

【0020】最終的なペアの決定は、これらの要素a～dを表1の判断手法にしたがって、適用することにより行われる。

#### 【0021】

【表1】

分布領域 個数	優先順位		
	高	中	低
1	重なり方 (禁止)	個数変化 (比較)	—

5			6
2、3	領域間距離 (制限)	個数変化 (比較)	重なり方 (禁止、比較)
4以上	領域間距離 (制限、比較)	重なり方 (禁止、制限)	—

【0022】表1において、禁止とは、重なり方において、一方のカセットの部品領域が他方のカセットの部品領域に完全に含まれる場合にそのペア候補を削除することを意味し、比較とは対応する要素で示される属性が高いペア候補を選択することを意味し、制限は領域間距離がある値以下のペア候補を選択することを意味する。

【0023】たとえば、分布領域個数が2個又は3個の場合、まず、分布領域個数が2個又は3個のペア候補の中から領域間距離が所定値以下のペア候補が選出される(制限)。次に選出されたペア候補の中から、個数変化の一番小さいものが選出される(比較)。そして、選出されたペア候補が重なり方の禁止条件に触れていなければペアとして決定される(禁止)。このとき、最終的にいくつかのペア候補が残っている場合は、重なり方の値の小さいものが選択される(比較)。

【0024】このようにして、決定されるカセットペアは、2つのカセットの部品どうしの装着位置が近接して存在し、それらの両カセット間でリール212の移動が頻繁に行われるカセットどうしで構成される。

【0025】②カセットペア間の配置の決定  
このようにして、最終的なカセットペアが決定されると、各カセットペアに対するペア間コストC<sub>a</sub>が次式1に基づいて計算され、ペア間コストC<sub>a</sub>の総和が最小になるカセットペア配置が縦型検索により求められる。

【0026】

【数1】 $C_a = \min \{ L(P_{A_1}, P_{B_1}) + L(P_{A_1}, P_{B_2}), \dots + L(P_{A_m}, P_{B_m}) \}$

【0027】数式1において、 $P_{A_i}$  ( $i=1, 2, \dots, n$ )、 $P_{B_j}$  ( $j=1, 2, \dots, m$ ) および $L(P_{A_i}, P_{B_j})$ は、次のように定義される。

【0028】

$P_{A_i}$  ( $i=1, 2, \dots, n$ ) : カセットペアAを構成する2つのカセットに含まれる部品

$P_{B_j}$  ( $j=1, 2, \dots, m$ ) : カセットペアBを構成する2つのカセットに含まれる部品

$L(P_{A_i}, P_{B_j})$  : カセットペアAの部品  $P_{A_i}$  とカセットペアBの部品  $P_{B_j}$  との距離

【0029】したがって、ペア間コストC<sub>a</sub>は、2つのカセットペア間での部品距離に応じた値となる。

【0030】③部品装着順序の決定

次に、2つのカセットの部品間コストC<sub>b</sub>が求められる。カセットAに格納されている部品Aと、カセットBに格納されている部品Bとの部品間コストC<sub>b</sub>は、次式

2によって求められる。

【0031】

10 【数2】 $C_b = T_1 + T_2$

【0032】数式2において、 $T_1$ および $T_2$ は、次のように定義される。

$T_1$  : カセットAとカセットBとを部品供給部210が移動するのに要する時間

$T_2$  : 部品Aの装着位置と部品Bの装着位置との間をXYテーブル231が移動するのに要する時間

【0033】次に、求められた部品間コストC<sub>b</sub>を用いて、緩和法によって部品装着順序が決定される。

20 【0034】上記最適化手法を用いた試算によれば、3%程度の装着時間の短縮が可能であって、例えば1枚当り60秒の装着時間を要するプリント基板の場合、1日当り約40枚の増産が可能となる(第3回インテリジェントFAシンポジウム(1991年7月10~12日、予稿集第187~188頁参照))。

【0035】

【発明が解決しようとする課題】従来方法においては、上記③の部品装着順序の最適化は、上記①および②によって決定されたカセット配置に基づいて行われている。しかしながら、上記③の部品装着順序の決定においては、上記数式2からわかるように、上記①②で求められたカセット配置とは無関係な時間 $T_2$ が関与しているため、ペアになっていないカセット間でのリール212の移動回数が多くなってしまう可能性がある。したがって、より良好な最適化を図るためには、カセット配置の最適化と、部品装着順序の最適化との間で連携を図る必要がある。

40 【0036】この発明は、カセット配置の最適化と部品装着順序の最適化との間で連携が図れ、装着時間の短縮化が図れる部品装着装置の部品配置・装着順序最適化装置を提供することを目的とする。

【0037】

【課題を解決するための手段】この発明による部品装着装置の部品配置・装着順序最適化装置は、部品が種類ごとに收容された複数のカセットを移動させて所定の部品供給ステーションに部品を供給する部品供給部、部品供給ステーションにおいて部品供給部から部品を受取って所定の部品装着ステーションまで送る部品移送部および部品移送部によって部品装着ステーションに送られてくる部品の被部品装着体上の装着位置を部品装着ステーションまで移動させる被部品装着体位置決部を備えた部品

装着装置の部品配置・装着順序最適化装置において、各部品の装着位置に基づいて、カセットの配置を決定するカセット配置決定手段、カセット配置決定手段によって決定されたカセット配置において、全ての部品間に対する部品供給部および被部品装着体位置決部の移動時間に基づいて部品装着順序を決定する部品装着順序決定手段、ならびに部品装着順序決定手段によって決定された部品装着順序において、装着時間が短くなるように、カセット配置決定手段によって決定されたカセット配置を修正するカセット配置修正手段を備えていることを特徴とする。

【0038】カセット配置決定手段としては、たとえば、各カセットごとの被部品装着体上の部品分布パターンに基づいて、隣合うように配置すべきカセットペアを決定するカセットペア決定手段およびカセットペア決定手段に求められたカセットペアどうしの配列を、カセットペアの間での部品装着位置の距離が短くなるように決定して、全てのカセットの配置を決定するペア配置決定手段とを備えたものが用いられる。

【0039】カセット配置修正手段としては、たとえば、部品装着装置の各動作ステップの部品移送部および被部品装着体位置決部の移動時間に対して部品供給部の移動時間が大きいとか否かに関するステップコストを求める第1手段、2つのカセットの間での部品の移動の起きるステップのステップコストの和であるカセット間コストを、全てのカセットの組み合わせについて求める第2手段、カセット間コストが最大のカセットの組み合わせのカセットどうしの間隔が小さくなるようにカセット配置決定手段によって決定されたカセット配置を修正する第3手段および第1手段～第3手段による処理を繰り返して実行させる第4手段とを備えたものが用いられる。

#### 【0040】

【作用】まず、カセット配置決定手段によって、各部品の装着位置に基づいて、カセットの配置が決定される。次に、部品装着順序決定手段により、カセット配置決定手段によって決定されたカセット配置において、全ての部品間に対する部品供給部および被部品装着体位置決部の移動時間に基づいて部品装着順序が決定される。そして、カセット配置修正手段により、部品装着順序決定手段によって決定された部品装着順序において、装着時間が短くなるように、カセット配置決定手段によって決定されたカセット配置が修正される。

#### 【0041】

【実施例】以下、図1～図6を参照して、この発明を図2の電子部品装着装置に適用した場合の実施例について説明する。図2の電子部品装着装置については、既に説明したのでその説明を省略する。

【0042】本出願人が既に開発した従来方法に比べて良好な最適化結果を得るためには、上述したように、カセット配置の最適化と、部品装着順序の最適化との間で

の連携を図る必要がある。すなわち、カセット配置の最適化と、部品装着順序の最適化のうちのいずれか一方の最適化の結果あるいはその途中において得られた情報を、他方の最適化を行う際に反映させるようにする必要がある。そこで、従来方法によって、カセット配置と部品装着順序とが決定された後に、カセット配置または部品装着順序の一方を他方の結果が反映するように修正することが考えられる。

【0043】ところで、一般に、1つのカセットから取り出される部品数は複数個であり、ときには数十個に及ぶため、装着部品総数はカセット総数に対して非常に多い。したがって、部品装着順序の組み合わせ数は、カセット配置の組み合わせ数に比較して格段に多くなる。また、部品供給ステーションS1から部品装着ステーションS13までの間の複数のステーションS2～12において各部品に対する処理が同時に行われるため、装着順序が決定されない状態では正確な装着時間を試算することは不可能である。このようなことから、装着順序を修正することによって最適化を図ることは非効率的であるといえる。

【0044】そこで、この実施例では、従来方法によってカセット配置と部品装着順序とが決定された後に、決定された部品装着順序において装着時間がさらに短くなるようにカセット配置が修正される。

【0045】カセット配置の修正方法について説明する。部品供給部210、部品移送部220およびプリント基板位置決部230の動作は、動作ステップ単位で同期して行われる。つまり、1動作ステップの間には、部品供給部210、部品移送部220およびプリント基板位置決部230で次のような動作が行われる。すなわち、部品移送部220では、インデックステーブル221が回転することによりインデックスヘッド222が次のステーションに移動して、移動先ステーションにおいて各処理が行われる。部品供給部210では、次のカセット211が部品供給ステーションS1に位置するように、リール212が移動される。プリント基板位置決部230では、プリント基板232上の次の部品装着位置が部品装着ステーションS13に位置するように、XYテーブル231が移動する。また、最高タクトとは、部品装着装置が1動作ステップの動作を行うのに必要な最小時間をいう。

【0046】カセット配置修正処理においては、まず、各動作ステップについて、部品供給部210においてリール212の移動に要する時間 $T_r$ 、部品移送部220においてインデックスヘッド222の移動に要する時間 $T_i$ およびプリント基板位置決部230においてXYテーブル231の移動に必要な時間 $T_x$ が、次の数式3、4、5に基づいて、それぞれ求められる。

#### 【0047】

【数3】 $T_r = (\text{前回の動作ステップ}(n-1) \text{で部品}$

10

20

30

40

50

が取り出されたカセットから今回の動作ステップnで部品が取り出されるカセットまでの距離をリール212が移動するのに要する時間)

【0048】

【数4】  $T_i = \max(T_{n-1, 2}, T_{n-2, 3}, \dots, T_{n-1, 12})$

ただし、 $T_p, q$  は、動作ステップpで部品供給部210から供給された部品が、q番目のステーションで行われる処理に要する時間である。

【0049】

【数5】  $T_x = (\text{動作ステップ}(n-13) \text{ で部品供給部210から供給された部品の装着位置から動作ステップ}(n-12) \text{ で部品供給部210から供給された部品}^*$

\*の装着位置まで、XYテーブル231が移動するのに要する時間)

【0050】各時間 $T_r$ 、 $T_i$ 、 $T_x$ は、予め用意されたデータを用いて求められる。たとえば、時間 $T_r$ は、表2に示すように、リール212の移動距離であるカセット間距離に対するリール212の移動時間のデータに基づいて求められる。また、時間 $T_x$ は、図3に示すように、連続する動作ステップでプリント基板232に装着される2つの部品の装着位置間の距離に対するXYテーブル231の移動時間のデータを用いて求められる。

【0051】

【表2】

カセット間の間隔	部品供給部の移動に要する時間
0	0.20
1	0.20
2	0.37
3	0.53
4	0.68
5	0.83
6	0.97
:	:
:	:

【0052】次に、各動作ステップについての時間 $T_r$ 、 $T_i$ および $T_x$ に基づいて、次の数式6により、各動作ステップのコスト(ステップコスト $C_c$ )が算出される。

【0053】

【数6】

$C_c = (T_r - T_m + C_1) / (\max(T_i, T_x) - T_m + C_2)$

ただし、 $C_m$ は最高タクトを示し、 $C_1$ および $C_2$ は予め定められた定数である。

【0054】すなわち、リール212の移動距離が短い場合、リール212の移動距離が長くても同じ動作ステップでインデックスヘッド222の移動に時間がかかる場合、またはリール212の移動距離が長くても同じ動作ステップでXYテーブル231の移動距離が長い場合には、当該動作ステップに対する動作ステップコスト $C_c$ の値は小さくなる。逆に、リール212の移動距離が長いのにインデックスヘッド222の移動時間およびXYテーブル231の移動距離が短い場合には、当該動作ステップに対するステップコスト $C_c$ の値は大きくなる。したがって、動作ステップコスト $C_c$ が大きい動作ステップにおいては、部品供給部210の移動時間に対して、部品移送部220の移動時間およびプリント基板位置決部230の移動時間が短い。

【0055】次に、部品供給部210のリール212の

移動時間が最高タクト $T_m$ 内に終了しない動作ステップが全て選び出される。部品供給部210のリール212の移動に要する時間は、上記表2に示されているように、リール212の移動距離であるカセット間の間隔によって決定されるので、リール212が所定距離以上移動する動作ステップが選択される。

【0056】次に、2つのカセットどうしの間で部品供給部210の移動の起きる動作ステップに対する動作ステップコスト $C_c$ の和が算出され、その算出結果がこれら2つのカセット間のコスト(カセット間コスト)とされる。カセット間コストは、全てのカセットの組み合わせについて求められる。そして、カセット間コストが最大となるカセット対のうちの一方または両方のカセットをカセットが、これらのカセット間隔が小さくなるように、これらのカセットの間にあるカセットと入れ替えられたと仮定して、装着時間が算出される。カセット間コストが最大となるカセット対に対するカセットの入れ替えの全ての組み合わせについて、装着時間が算出される。

【0057】そして、算出された装着時間のうち装着時間が最小となり、かつ入れ替えが行われる前よりも装着時間が短くなる配置が選択される。このようにして、カセットの配置替えが行われると、配置替え後のカセット配置に基づいて、再度、上述したカセット配置修正処理



が行われる。そして、カセットの配置替えが起こらなくなるまでまたは予め定めた所定回数分、同様な処理が繰り返される。

【0058】図1は、図2の電子部品装着装置におけるカセット配置および部品装着順序を最適化するための最適化装置の構成を示している。

【0059】演算部106は、カセットペア間コストC<sub>a</sub>、部品間コストC<sub>b</sub>、ステップコストC<sub>c</sub>およびカセット間コスト等の演算処理、カセットペア決定処理、カセット配置決定処理、装着順序決定処理、カセット配置修正処理等を行う。

【0060】部品データ記憶部101には、NCデータ(numerical control data)から読み込まれた各部品の種類、装着位置等のデータが格納されている。コストテーブル記憶部104には、演算部106で求められたカセットペア間コストC<sub>a</sub>、部品間コストC<sub>b</sub>、ステップコストC<sub>c</sub>およびカセット間コストが格納される。カセットペア記憶部102には、カセットペア決定処理によって決定されたカセットペアに関するデータが格納される。カセット配置記憶部103には、カセット配置決定処理によって決定されたカセット配置に関するデータが格納される。カセット配置記憶部103内に格納されたカセット配置に関するデータは、カセット配置修正処理によって更新される。装着順序記憶部105には、装着順序決定処理によって決定された部品装着順序が格納される。

【0061】以下、最適化装置の動作について説明する。

(1) まず、NCデータから各部品の種類、装着位置等のデータが部品データ記憶部101に読み込まれる。

【0062】(2) 部品データ記憶部101に格納されている各部品の種類、装着位置等のデータに基づいて、従来法の①と同様なカセットペア決定処理により、カセットペアが決定され、決定されたカセットペアに関するデータがカセットペア記憶部102に格納される。

【0063】(3) カセットペア記憶部102に格納されたカセットペアに関するデータに基づいて、従来法の②で説明した上記数式1を用いてペア間コストC<sub>a</sub>が算出され、その算出結果がコストテーブル記憶部104に格納される。

【0064】(4) コストテーブル記憶部104に格納されているペア間コストに基づいて、従来法の②と同様なカセット配置決定処理により、カセット配置が決定され、決定されたカセット配置に関するデータがカセット配置記憶部103に格納される。

【0065】(5) 部品データ記憶部101に格納されている各部品の種類、装着位置等のデータおよびカセット配置記憶部103に格納されているカセット配置に関するデータに基づいて、従来法③で説明した上記数式2を用いて各部品間コストC<sub>b</sub>が算出され、その算出結果

がコストテーブル記憶部104に格納される。

【0066】(6) コストテーブル記憶部104に格納されている部品間コストC<sub>b</sub>に基づいて、従来法の③と同様な部品装着順序決定処理により、部品装着順序が決定され、決定された部品装着順序が装着順序記憶部105に格納される。

【0067】この後、カセット配置修正処理が次のようにして行われる。

【0068】(7) カセット配置記憶部103に格納されているカセット配置および装着順序記憶部105に格納されている部品装着順序に基づいて、各動作ステップに対する時間T<sub>r</sub>、T<sub>i</sub>、T<sub>x</sub>が上記数式3、4、5に基づいて求められた後、上記数式6に基づいて、各動作ステップのステップコストC<sub>c</sub>が算出され、その算出結果がコストテーブル記憶部104に格納される。

【0069】(8) カセットの全ての組み合わせについて、各組み合わせの2つのカセットどうしの間で部品供給部210の移動の起きる動作ステップに対するステップコストC<sub>c</sub>の和が算出されることによりカセット間コストが求められ、求められたカセット間コストがコストテーブル記憶部104に格納される。

【0070】(9) コストテーブル記憶部104に格納されているカセット間コストに基づいて、カセット間コストが最大であるカセット対のカセットの配置が変更されて装着時間が算出され、装着時間の最も小さくなるカセット配置が決定される。そして、決定されたカセット配置に基づいて、カセット配置記憶部103の内容が更新される。

【0071】(10) 上記(7)～(9)の処理が繰り返され、カセットを入れ替えても装着時間が小さくならなくなれば、その時点でカセット配置記憶部103と装着順序記憶部105とが参照され、NCデータが更新される。

【0072】上記最適化装置で行われる最適化処理におけるカセット配置修正処理について、より具体的に説明する。説明の便宜上、ここでは4種類の部品A、B、C、Dがあり、それらの部品が図4のように、A→B→C→Dという装着順序で繰り返されて装着されるものとする。また、部品移送部220の各動作ステップの動作は、すべて最高タクトT<sub>m</sub>内で完了するものとする。

【0073】図5は、カセットがA、B、C、Dの順番で配置されている場合の、1パターン分の動作ステップ(n～n+3)の各動作ステップでステーションS1～S13に移動される部品の種類ならびに各動作ステップ(n～n+3)に対する部品供給部210の移動時間T<sub>r</sub>(sec)、プリント基板位置決部230のXYテーブル移動時間T<sub>x</sub>(sec)、動作ステップ所要時間T<sub>s</sub>(sec)およびステップコストC<sub>c</sub>を示している。

【0074】図6は、カセットがA、B、D、Cの順番で配置されている場合の、1パターン分の動作ステップ

( $n \sim n+3$ )の各動作ステップでステーションS1～S13に移動される部品の種類ならびに各動作ステップ( $n \sim n+3$ )に対する部品供給部210の移動時間 $T_r$ (sec)、プリント基板位置決部230のXYテーブル移動時間 $T_x$ (sec)、動作ステップ所要時間 $T_s$ (sec)およびステップコスト $C_c$ を示している。

【0075】個々の部品間だけに注目し装着順序の前後の部品の関係を考慮しない部品間コスト $C_b$ を上記数式2に基づいて求めると、カセット配置を図5のような配置とした方が、図6のような配置とするより、部品A、B、BC、CDおよびDAの部品間コスト $C_b$ の和(動作ステップ $n \sim n+3$ の $T_r$ と $T_x$ の総和)が小さくなる。つまり、従来の最適化方法では、図5のカセット配置が選択される。

【0076】しかしながら、図5のようにカセットを配置した場合には、動作ステップ $n$ において、カセットDからカセットAまでの3カセットピッチ分、リール212が移動するため、リール212の移動時間 $T_r$ が0.53(sec)と長くなる。そして、図5の配置において、動作ステップ $n$ でのXYテーブル231の移動時間は0.29(sec)と短いため、無駄時間が大きく、動作ステップ $n$ のステップコスト $C_c$ が大きくなる。

【0077】図6のようにカセットを配置した場合には、1パターンを繰り返す間に、部品供給部210が移動している時間(動作ステップ $n \sim n+3$ の $T_r$ の和)は、図5のカセット配置の場合より長い、動作ステップ $n$ または動作ステップ $n+2$ のように部品供給部210の移動時間が長いときにはXYテーブル231の移動時間も長くなっており、比較的無駄時間が短く、これらの動作ステップ $n$ 、 $n+2$ のステップコスト $C_c$ が小さくなる。

【0078】図5と図6との1パターンの所要時間を比較すると、図5の場合が1.22(sec)であるのに対し、図6の場合は1.14(sec)となり、図6の方が短くなっている。

【0079】この発明の実施例に従えば、まず、上記(4)のカセット配置決定処理において、図5に示すようなカセット配置が得られる。そして、このようなカセット配置において、上記(5)(6)(7)の処理を経て、上記(8)の処理でカセット間コストが算出される。図5のカセット配置では、カセットAD間のカセット間コストが最も大きくなるので、上記(9)の処理でカセットAまたはカセットDが、カセットBまたはカセットCと入れ替えられる。つまり、図6のようなカセット配置が得られる。

【0080】なお、図5および図6のステップコスト $C$

$c$ は、上記数式6において、定数 $C1$ 、 $C2$ の値を0.20として計算した。また、カセットの入れ替えに使用するコストは、図5に示されているステップコストではなく、カセット間コストであるが、上記の例では同一パターンの繰り返しのため、カセット間コストは動作ステップコストと比例すると考えてもよい。例えば、図5において、カセットAD間のカセット間コストは、動作ステップ $n$ のステップコスト $C_c$ に比例し、カセットAB間のカセット間コストは、動作ステップ $n+1$ のステップコスト $C_c$ に比例すると考えてもよい。

【0081】

【発明の効果】この発明によれば、装着時間の短縮化が図れる部品配置および装着順序を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】電子部品装着装置におけるカセット配置および部品装着順序を最適化する最適化装置の概略構成を示す電気ブロック図である。

【図2】電子部品装着装置の概略構成を示す平面図である。

【図3】部品装着位置間距離と、XYテーブルの移動に要する時間との関係を示すグラフである。

【図4】部品の装着経路の一例を示す模式図である。

【図5】図4に示される部品装着順序において、従来法によって求められるカセット配置ならびに各動作ステップにおける各種時間、ステップコスト等を示す図である。

【図6】図4に示される部品装着順序において、本実施例によって求められるカセット配置ならびに各動作ステップにおける各種時間、ステップコスト等を示す図である。

【図7】部品分布パターンの作成方法を説明するための模式図である。

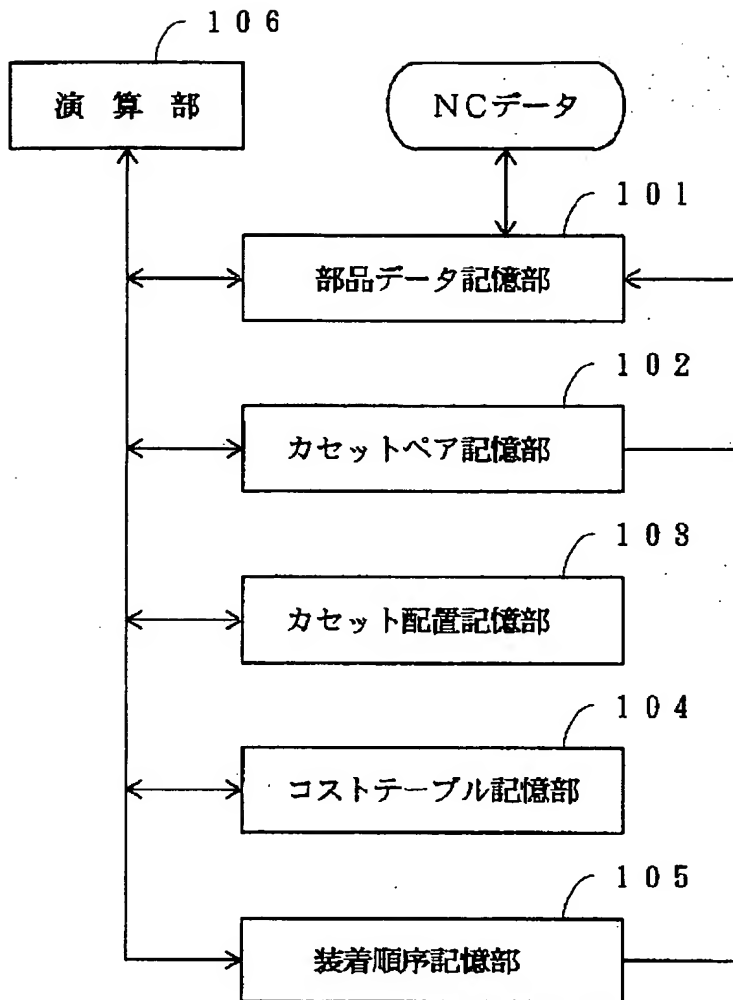
【図8】ペア候補の分布パターンの作成方法を説明するための模式図である。

【図9】ペア候補の属性判断要素を説明するための模式図である。

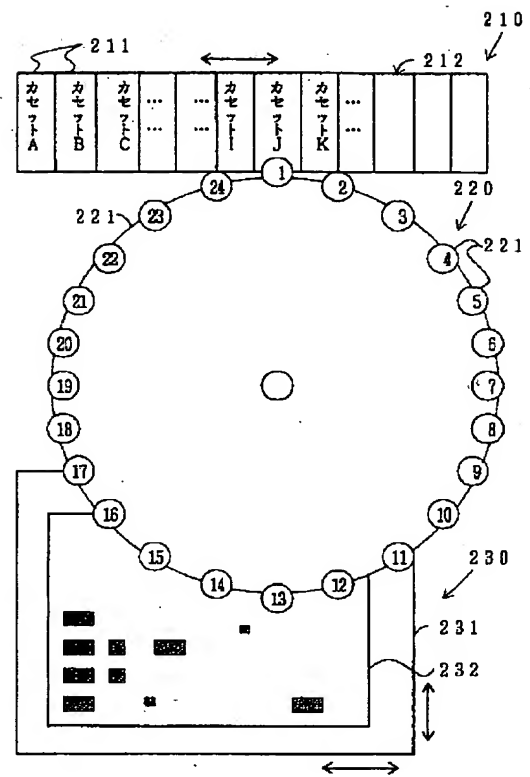
【符号の説明】

- 101 部品データ記憶部
- 102 カセットペア記憶部
- 103 カセット配置記憶部
- 104 コストテーブル記憶部
- 105 装着順序記憶部
- 106 演算部
- 210 部品供給部
- 220 部品移送部
- 230 プリント基板位置決部

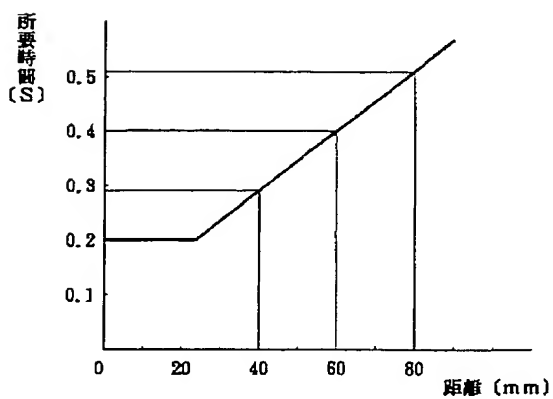
【図1】



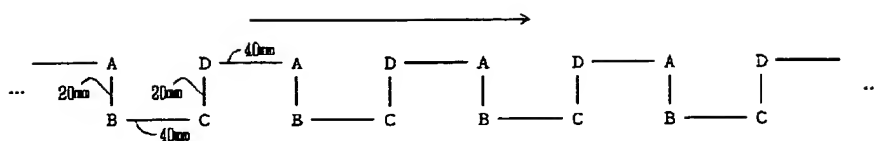
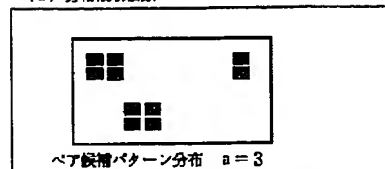
【図2】



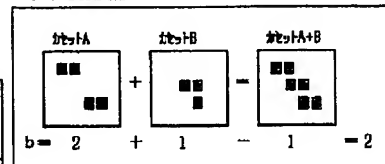
【図3】



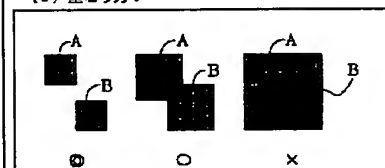
【图9】

(a) 分布領域個數  $a$ 

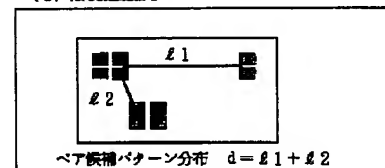
(b) 恒数変化 b



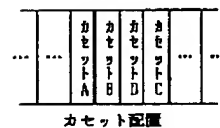
(c) 重なり方 c



(d) 所給の図に d

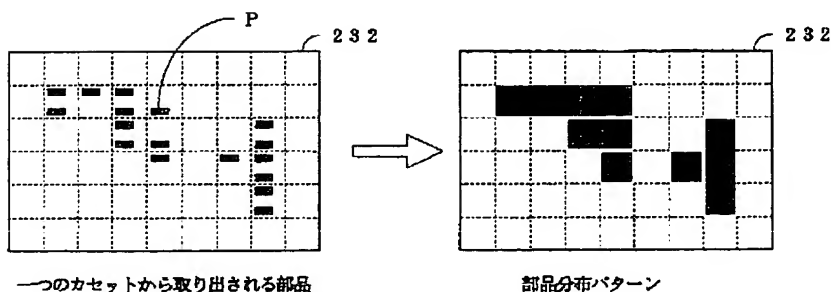


【図6】

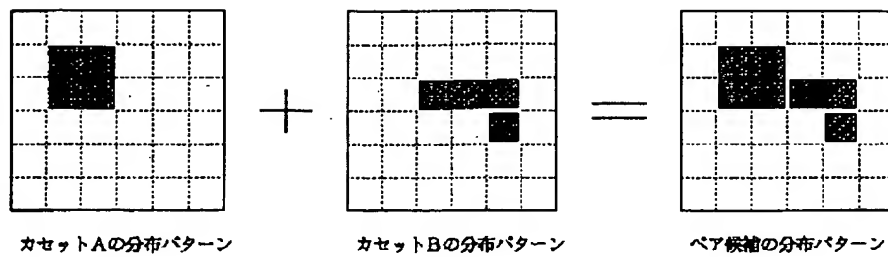


ステ ップ	各ステーションの部品													部品供給 部移動 時間 $T_r$ (s)	XY-9 部移動 時間 $T_e$ (s)	ステップ 所要 時間 (s)	ステップ コスト $C_e$
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13				
⋮						⋮								⋮	⋮	⋮	⋮
n	A	D	C	B	A	D	C	B	A	D	C	B	A	0.37	0.29	0.37	1.21
n+1	B	A	D	C	B	A	D	C	B	A	D	C	B	0.20	0.20	0.20	1.00
n+2	C	B	A	D	C	B	A	D	C	B	A	D	C	0.37	0.29	0.37	1.21
n+3	D	C	B	A	D	C	B	A	D	C	B	A	D	0.20	0.20	0.20	1.00
⋮						⋮								⋮	⋮	⋮	⋮

【圖 7】



【図8】



【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第7部門第2区分

【発行日】平成13年3月23日(2001. 3. 23)

【公開番号】特開平6-244589

【公開日】平成6年9月2日(1994. 9. 2)

【年通号数】公開特許公報6-2446

【出願番号】特願平5-52967

【国際特許分類第7版】

H05K 13/02

B23P 21/00 307

H05K 13/04

【F I】

H05K 13/02 K

B23P 21/00 307 E

H05K 13/04 Z

【手続補正書】

【提出日】平成11年6月28日(1999. 6. 2

8)

【手続補正1】

【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図2

【補正方法】変更

【補正内容】

【図2】

